

DISPOSITIVO DE SECADO CON RÉGIMEN DE COMBUSTIÓN SIN LLAMA

Campo técnico de la invención.

- 5 La presente invención está relacionada con dispositivos para el secado de arcilla. Específicamente, se relaciona con un sistema de secado de materiales cerámicos, enfocado en el secado de arcilla, el cual se basa en un horno con régimen de combustión sin llama.

Antecedentes de la invención.

10

Los procesos de secado de arcilla en la industria cerámica se realizan mediante sistemas de calentamiento con llama, calentamiento de aire directamente en la zona de reacción y transferencia de calor por convección. Muchos de estos sistemas no permiten tener condiciones óptimas de transferencia de calor y masa en la zona de secado, lo cual afecta

15 la eficiencia energética, la productividad del proceso, el arrastre de material particulado y las emisiones de NOx y CO.

20

Existe un gran potencial en la utilización de tecnologías de combustión en la industria cerámica, sin embargo, los procesos conocidos son altamente integrados y requieren de muchos estudios para la realización de cambios y optimización de estos procesos. De acuerdo con estas investigaciones, se ha encontrado que el secado de arcilla por radiación infrarroja es eficiente y rápido en comparación con otros procesos de secado conocidos. Por lo anterior, sistemas de combustión y calentamiento que combinen la transferencia de calor por radiación y convección son más eficientes y garantizan mayor rapidez de

25 calentamiento, entre mayor es el aporte de energía térmica por radiación infrarroja, estas características se hacen más significativas.

30

En el estado de la técnica existen diversos dispositivos y procesos para lograr este propósito. Por ejemplo, el documento de patente de China CN109556385A se refiere a un quemador de broca de madera y un sistema de secado de arcilla activada que aplica el mismo, donde el sistema de secado de arcilla activada comprende el quemador y una cámara de secado, la cámara de secado está provista de entradas de aire caliente, el quemador comprende una carcasa de cámara de combustión, y el extremo inferior de la carcasa de la cámara de combustión está provisto de un marco, y la parte inferior del marco está provista de rodillos

35 en las cuatro esquinas para facilitar el movimiento del quemador. En el proceso de calentamiento y secado en la cámara de secado, el quemador se puede conectar a las entradas de aire caliente de la cámara de secado moviendo el quemador, y el aire caliente se suministra uniformemente a la cámara de secado para activarse. La arcilla blanca se puede secar completamente para mejorar la calidad del producto. De esta manera, incluso

si el volumen de la cámara de secado es grande, solo se puede usar un quemador móvil y el costo de inversión es bajo.

Por otro lado, se conocen también tambores de secado como el descrito en el documento de patente CN210165778, donde se muestra una cámara de secado rotativa para bolas
5 de cerámicas resistentes al desgaste y pertenece al campo técnico de equipos de producción de bolas cerámicas resistentes al desgaste. La bola resistente al desgaste de cerámica resuelve los problemas de que una bola resistente al desgaste de cerámica existente tiene una velocidad de secado al aire natural baja y una eficiencia baja. El dispositivo comprende
10 un horno de cocción de bola resistente al desgaste de cerámica, y además comprende una cubierta de sellado frontal, un recipiente principal de la cámara de secado y una cubierta de sellado trasera, la cubierta de sellado frontal está dispuesta en el extremo frontal del recipiente principal de la cámara de secado y conectada rotativamente con el recipiente principal de la cámara de secado en un modo sellado. Sin embargo, de las revelaciones de
15 este documento, no es claro cuál es la fuente de calor utilizada ni la forma de transferencia de energía desde la fuente al tambor rotatorio.

Ahora bien, como fuentes de energía alternativas a la combustión tradicional se conoce la patente CO10026485, la cual divulga un horno de combustión sin llama con recuperación
20 autorregenerativa de calor, para el calentamiento en diferentes procesos, tales como calentamiento de gases, líquidos, tratamientos térmicos, secado y fusión de materiales, caracterizado porque comprende un quemador autorregenerativo dual para operar en modo de combustión sin y con llama con un sistema autorregenerativo de recuperación de calor para precalentar el aire de combustión, con dos sistemas tipo pulmón, lo cual facilita
25 la operación del sistema pues se requiere de una sola válvula de cuatro vías para direccionar los flujos de entrada aire y de salida de productos de combustión, evitándose la implementación de un complejo sistema de válvulas. La incorporación de estos pulmones constituye la principal innovación realizada en el quemador autorregenerativo y es uno de los elementos diferenciadores protegidos. Sin embargo, dicho documento dicho
30 documento no señala específicamente cómo se implementaría este horno para aplicaciones determinadas, como por ejemplo el secado de materiales.

Existe entonces todavía la necesidad de desarrollar dispositivos para el secado de arcilla que optimicen las condiciones de secado y reduzca los tiempos, reduciendo la cantidad de
35 emisiones de CO₂.

Breve descripción de la invención

La presente invención busca reducción de las emisiones de CO₂ y la optimización de las condiciones de secado de arcilla mediante un dispositivo que incorpora un horno de combustión sin llama en conjunción con un tambor de secado. Dicho dispositivo comprende además un acople para la transferencia de la energía calórica generada en el horno en forma
5 calor sensible de los gases de combustión y radiación infrarroja. El dispositivo de la invención aumenta la eficiencia energética, la productividad en el proceso de calentamiento y la calidad de los productos al garantizar un calentamiento uniforme del sustrato a secar, reducidas emisiones de óxido nitroso y monóxido de carbono, y baja intensidad de ruido; también se optimizan las condiciones de salud ocupacional debido al buen aislamiento del
10 horno.

Los aspectos fundamentales que sustentan el carácter innovativo de la presente invención son los siguientes:

- 15 • Aprovechar la transferencia de calor por radiación infrarroja en la cámara de combustión hacia el material a secar en el tambor rotante. En tanto una de las ventajas comparativas de la combustión sin llama es la mayor transferencia por radiación infrarroja en comparación con los sistemas de combustión convencionales. Por lo anterior, es que los secaderos con sistemas de combustión
20 con llama transfieren el calor es por convección, la transferencia de calor por convección es menos intensa que la radiación infrarroja.
- Implementación de ductos a través de los cuales pasa aire de remoción de humedad y es precalentado en la cámara de combustión sin llama para luego ser descargados al interior del tambor rotatorio.
- 25 • No se han encontrado sistemas de combustión sin llama aplicados a procesos de secado de arcilla o baja temperatura, que con la actual configuración sí es posible.
- Este dispositivo conduce a ahorro de combustible (combustibles gaseosos: gas natural, GLP, mezclas gas natural/hidrógeno, entre otros) del orden del 25 %, incremento de la rapidez de calentamiento en un 25 %, menor frecuencia de
30 mantenimiento de los hornos, con lo que se reducen los costos de energía, de mantenimiento, mejorando la competitividad y productividad del sector cerámico.

Breve descripción de las figuras

- 35 • La **Figura 1** corresponde a una vista general del dispositivo de secado en una realización preferida de la invención.
- La **Figura 2** muestra una vista invertida general del dispositivo de secado.
- Las **Figuras 3 y 4** corresponden a la unidad del horno de combustión en dos vistas diferentes para la visualización de sus conexiones.

- La **Figura 5** muestra el horno de combustión en corte para visualización de su interior.
- La **Figura 6** muestra un corte del tambor rotatorio.

5 Descripción detallada de la invención

La presente invención proporciona un dispositivo de secado de arcilla húmeda que aprovecha la energía calórica generada en un horno en régimen de combustión sin llama, el cual permite una optimización en el proceso de secado y una reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero. La invención proporciona un dispositivo de secado con régimen de combustión sin llama que comprende un horno de combustión sin llama conformado por un ventilador, un quemador escalado, una cámara de combustión; una cámara de secado conformada por un dispositivo de alimentación de carga, una precámara, una cámara interior de secado que tiene un tambor rotatorio y un dispositivo extractor; un acople para conectar el horno y la cámara de secado, donde la cámara y el horno se conectan por medio de elemento de unión a través de la cual pasan los ductos para el ingreso del aire de remoción de humedad; en una realización preferida de la invención dicha porción de unión corresponde a una brida; en donde el horno comprende una unidad auxiliar para suministro de aire de combustión y combustible; en donde los conductos de entrada aire de remoción (o proceso) de la humedad el cual se precalienta en la zona de combustión y se descargan en el tambor rotatorio, y la radiación infrarroja en la zona de combustión se direcciona hacia la cámara de secado.

De esta forma, el dispositivo aquí revelado logra la reducción de emisiones contaminantes y material particulado, aprovechando la transferencia de calor por radiación infrarroja desde la cámara de combustión al proceso de secado con una mayor temperatura y uniformidad de los gases de combustión. La configuración particular del dispositivo de la invención permite entonces una mayor eficiencia energética, mayor flexibilidad al uso de combustibles de composición química diferente, entre ellos el hidrógeno, alto aprovechamiento de la transferencia de calor por radiación infrarroja; mayor intensidad de los procesos de transferencia de calor y masa en el proceso de secado.

En una realización preferida de la invención, la configuración del dispositivo de secado de arcilla desarrollado se muestra en la **Figura 1**. Sus componentes principales son:

- Un horno de combustión sin llama conformado por un ventilador (16), un quemador escalado (1), una cámara de combustión (2);
- Un secadero conformado por un dispositivo de alimentación de carga, una precámara (3), una cámara interior de secado que tiene un tambor rotatorio (5) y un dispositivo extractor (11);

- Medios de unión para el horno y la cámara de secado, donde los productos de combustión se transportan al secadero a través de unos ductos (8).

En donde el horno de combustión tiene un tren de regulación de combustible (14) y un tren de regulación de aire (15), donde dicha regulación se realiza por medio de un sistema de control y adquisición de datos electrónico (13). El aire de combustión se suministra al quemador (1) por medio de un ventilador (16).

Tal como se evidencia en la **Figura 2**, se muestra con detalle el dispositivo de secado. Este componente a su vez está compuesto de una cámara de combustión (2), un quemador autorregenerativo dual (1), y un sistema de control y adquisición de datos electrónico (13). La unidad auxiliar se encuentra constituida por un tren de regulación de combustible (14) y un tren de regulación de aire (15) que está compuesto de un ventilador (16) que suministra el aire para la combustión, tanto en modo llama durante el calentamiento previo de las paredes del horno, como en modo de combustión sin llama. Así mismo, suministra el aire de eyección, cuando se requiera operar el sistema en modo de recuperación de calor autorregenerativa.

El tambor rotatorio de secado (5) se acciona mediante un sistema de transmisión de potencia (7) y se sostiene por medio de estructuras de fijación (6). Estas estructuras (6) se ubican por debajo de unas precámaras, las cuales la primera precámara (3) se ubica entre el horno de combustión (1) y la segunda precámara (9) se ubica en extremo distal del tambor de secado (5). Estas precámaras se conectan al tambor de secado por medio de unos sellos (18) que evitan la entrada de aire del ambiente al dispositivo de secado, pero a su vez permiten la rotación del tambor de secado (5).

En las **Figuras 3 y 4** se muestra en detalle el horno de combustión y sus conexiones con los elementos del dispositivo de secado. las conexiones entre la cámara de combustión sin llama y el tambor rotativo de secado; una de las conexiones está constituida por los ductos (8) por donde circula el aire de remoción de la humedad que se precalienta en la cámara de combustión (2) y se descarga al tambor de secado (5); la otra conexión está constituida por unos ductos (8) de conexión por donde se descargan los gases de combustión y se transmite la radiación infrarroja hacia el tambor rotante.

Otro componente de esta unidad es el circuito de alimentación del gas combustible (14) o tren de regulación de gas, en el cual se ubica un sistema de medición y control de flujo, un regulador de baja presión y un sistema de tres válvulas ON-OFF para realizar la conmutación entre el modo llama y modo sin llama. El aire que pasa a través de los conductos y es

precalentado en la cámara de combustión, se succiona gracias al extractor que se encuentra después del sistema de tratamiento de material particulado (ciclón y filtro de mangas).

La conexión del sistema auxiliar al quemador (1) se realiza a través de: tres mangueras (17) flexibles para suministrar el aire en modo de combustión sin llama y el aire en modo de combustión con llama; una manguera flexible para el suministro de gas combustible en modo de combustión con llama y dos mangueras (12) para el modo de combustión sin llama, una para alto fuego y otra para bajo fuego. La conexión del sistema de auxiliares a la cámara de combustión se realiza a través de una manguera flexible.

10

De manera preferida y como lo muestra la **Figura 5** el dispositivo cuenta con una cámara de combustión (2) en corte para mejor visualización de sus componentes internos. La figura muestra el quemador (1) donde se produce la combustión que proporciona energía calórica al aire proveniente del ventilador, el cual se calienta en los ductos (8) y se mezcla en el secadero (5) con los gases de combustión. El control de temperatura se realiza mediante los termopares (T) ubicados a lo largo de la cámara de combustión. De acuerdo con lo observado, los ductos (8) sobresalen de la cámara de combustión (2) hacia el tambor de secado (5) donde descarga el aire caliente, lo cual crea una gran diferencia de temperatura de temperatura que favorece la transferencia de calor entre la arcilla y los gases de combustión.

20

De manera preferida, la invención tiene la invención se compone de un tambor de secado como lo muestra la **Figura 6**. Este se compone de una primera precámara (3) y una segunda precámara (9) de secado y un tambor rotatorio de secado (5), el cual está accionado por un sistema de transmisión de potencia (7) que permite la rotación del tambor para mejorar el secado por medio de movimiento rotacional que ayuda a la extracción de humedad de la arcilla y el avance del material al interior del secadero. La cámara de secado (5) se sostiene sobre una estructura de soporte (6) que proporciona estabilidad a los componentes.

25

La primera precámara (3) comprende una entrada en la parte superior que conecta con un sistema de alimentación de arcilla húmeda que se transporta por medio de una banda. Cuenta con un primer sello (dámper) (4) que evita la entrada de aire externo por la entrada de la arcilla y que pueda interferir con los gases de combustión provenientes del horno (2). El primer sello (4) únicamente permite la entrada de los gases y radiación infrarroja que se introducen por medio de los ductos de carga y dirigen estos productos de la combustión directamente al tambor de secado (5), de forma que se reduce la distancia de interacción entre la arcilla húmeda y los gases de combustión y la radiación generada.

35

La segunda precámara (9) comprende un segundo sello que permite únicamente la salida de arcilla seca y los gases residuales, los cuales son extraídos por medio de una chimenea (10) y un extractor (11). En su parte inferior se encuentra una bandeja para la evacuación de arcilla seca.

5

Internamente, el tambor de secado tiene una serie de elevadores (19) que se encargan de distribuir el material en el tambor y además ayudan al avance del material. Estos elevadores (19) son una serie de platinas distribuidas diametralmente a lo largo del tambor de secado en la longitud comprendida entre el primer sello (3) y el segundo sello (9), teniendo como

10

límite los sellos (18).

Como se indicó anteriormente, el dispositivo aquí revelado permite:

1. Aprovechar desde la cámara de combustión sin llama la alta intensidad de radiación infrarroja que caracteriza este régimen para, a través de una apertura, transferir calor hacia la zona de secado de arcilla con lo cual se puede incrementar la intensidad del secado y por lo tanto la productividad del proceso.

15

2. La descarga de gases de combustión con temperatura uniforme y de especies, lo que mejora las condiciones de transferencia de calor y masa que contribuyen a la productividad del proceso.

20

3. Mayores tasas de evaporación de agua en las zonas posteriores del sistema al implementar ductos de carga para precalentamiento de aire al circular por la zona sin llama y luego descargarlos al interior del secadero.

25

De acuerdo con lo anterior, no se han encontrado sistemas de combustión sin llama aplicados a procesos de secado de arcilla a baja temperatura, que con la actual configuración proporcionen las ventajas anteriormente mencionadas.

30

En una realización de la invención, se tiene que el horno puede operar en un régimen de alta temperatura. En la aplicación de este tipo de procesos de alta temperatura, por ejemplo, tipo calcinación, se tiene una alimentación al ducto de alimentación del gas natural para obtener un mezclado (blending) al agregar hidrógeno. Con esta opción se logra incrementar la temperatura de los gases de combustión con respecto a la operación con gas natural y aire normal.

35

Esta modalidad permite la operación del horno en modo autorregenerativo de calor para aplicaciones en procesos de alta temperatura aplicando directamente el quemador al

sistema de calentamiento donde éste se aplique para lo cual será necesario prescindir de la cámara de combustión. En esta configuración el quemador podrá ser aplicado a procesos de alta temperatura tipo tratamientos térmicos, deformación plástica y fusión de materiales en los que no se genere material particulado que puedan ser arrastrados por los gases de combustión.

Se debe entender que la presente invención no se halla limitada a las modalidades descritas e ilustradas, ni limitadas a dispositivos de secado de arcilla por medio de régimen de combustión sin llama, existen variaciones y modificaciones posibles que no se apartan del espíritu de la invención, el cual solo se encuentra definido por las siguientes reivindicaciones.